

## PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH DALAM CAMPURAN BETON SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DITINJAU DARI UMUR DAN KUAT TEKAN

**Masyita Dewi Koraia**

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fly ash sebagai substitusi semen dalam campuran beton ditinjau dari umur dan kuat tekan. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kekuatan maksimum untuk beton dengan berbagai variasi campuran fly ash. Metode yang digunakan berdasarkan hasil penelitian. Variasi campuran beton yang digunakan pada penelitian pada penelitian ini adalah 0%, 5%, 10% dan 15% dengan waktu pengamatan 7, 14, 28, 35, 42 dan 56 hari. Dalam penelitian ini kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan rumus  $P/A$  ( $\text{kg/cm}^2$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal (0%) kuat tekannya 34,889 Mpa > 25 Mpa. Berdasarkan hasil kuat tekan yang diperoleh, fly ash bisa digunakan sebagai substitusi semen dalam campuran beton tetapi waktu untuk mencapai kuat tekan maksimum lebih lambat dibanding dengan beton normal (> 56 hari).

Kata kunci : Substitusi, beton normal, fly ash, umur beton, kuat tekan beton.

### PENDAHULUAN

Sumatera Selatan mencanangkan diri sebagai lumbung energi nasional, salah satu pendukungnya adalah kandungan batu bara yang sangat potensial di kabupaten Muara Enim. Di Sumatera Selatan pertumbuhan pembangkit listrik dengan bahan bakar batubara semakin meningkat. Peningkatan pemakaian batubara mengakibatkan meningkatnya produk samping yang berasal dari pembakaran batu bara tersebut. PLTU Bukit Asam, misalnya, mengkonsumsi batubara pada 1996 sebanyak 0.93 juta ton menghasilkan 43 ribu ton abu (*ash*). Diprediksi terjadi peningkatan pada tahun 2019 menjadi 1.06 juta ton/tahun yang menghasilkan 53 ribu ton/tahun abu. Perbandingan abu yang dihasilkan 85% berupa abu terbang (*fly ash*) dan 15% abu dasar (*bottom ash*). Produk samping (*fly ash* dan *bottom ash*), hasil pembakaran batubara merupakan bahan baku yang baik untuk digunakan dalam semen, beton, mineral pengisi aspal, industri pembangunan jalan dan dalam produksi agregat berbobot ringan. Di Belanda dan Jepang pemakaian produk samping ini jauh lebih dipilih dari pada membuangnya. Abu PLTU Bukit Asam baru dimanfaatkan sekitar 10%. Penggunaan abu ini bertujuan mengurangi kandungan semen dalam campuran beton. (Kema Technology Indonesia, 1996).

Hingga dekade ini, material beton masih tetap merupakan bahan yang paling disukai untuk pekerjaan-pekerjaan dalam bidang Teknik Sipil.

Hal ini antara lain disebabkan oleh kemudahan bahan ini untuk dibuat ke dalam berbagai bentuk dan relatif tidak membutuhkan pemeliharaan yang cukup berarti selama umur layan yang telah ditetapkan.

Komponen biaya terbesar dalam pembuatan beton adalah semen. Untuk menekan biaya produksi beton maka digunakan fly ash sebagai substitusi semen dalam campuran beton.

Jika ditinjau dari kuat tekan beton, beton yang menggunakan semen akan mencapai kuat tekan maksimum pada umur 28 hari, sedangkan beton yang menggunakan fly ash sebagai substitusi semen mencapai kekuatan maksimumnya lebih lama dari pada beton biasa.

Fly ash digunakan dalam campuran beton untuk mengurangi biaya produksi. Namun penggunaan fly ash dalam campuran beton menunjukkan kenaikan kuat tekan yang lebih lambat dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan semen. Untuk itu diperlukan penelitian untuk mengetahui waktu dicapainya kuat tekan maksimum pada campuran beton yang menggunakan fly ash. Pada penelitian ini beton yang diamati adalah beton normal dengan kuat tekan 25 Mpa, dengan variasi waktu pengamatan 7, 14, 28, 35, 42, 49 dan 56 hari dan variasi penambahan fly ash 0%, 5%, 10% dan 15%.

Untuk menghitung perkembangan kuat tekan beton yang menggunakan semen Portland type I digunakan tabel dibawah ini :

Tabel 1. Perkembangan kuat tekan beton yang untuk semen Portland type I

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Koefisien Kuat tekan Beton	0.46	0.70	0.88	0.96	1

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kualitas campuran beton yang dihasilkan.
2. Mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan pada umur 7, 14, 28, 35, 42, 49 dan 56 hari .
3. Mengetahui nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada setiap penambahan persentase fly ash.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dengan penambahan fly ash diharapkan dapat memperkecil biaya produksi beton dengan cara mengurangi dosis pemakaian semen.
2. Menjadikan limbah fly ash bernilai ekonomis.
3. Diharapkan dapat menjadi inovasi baru dalam pembuatan beton.
4. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi pedoman dalam pekerjaan pembuatan beton yang menggunakan fly ash.
5. Diharapkan fly ash dapat dikembangkan menjadi teknologi yang ramah lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Agregat halus (pasir) berasal dari daerah Musi II
2. Agregat kasar berasal dari daerah Lahat.
3. Air, untuk campuran beton adalah air PAM
4. Semen yang digunakan adalah semen Baturaja tipe I.
5. Fly ash berasal dari PLTU Bukit Asam Tanjung Enim.

Peralatan yang digunakan adalah : Oven pengering, timbangan, cetakan kubus (15x15x15 cm), Mesin Pengaduk Beton (Molen), Alat uji slump beton, Mesin uji kuat tekan beton.

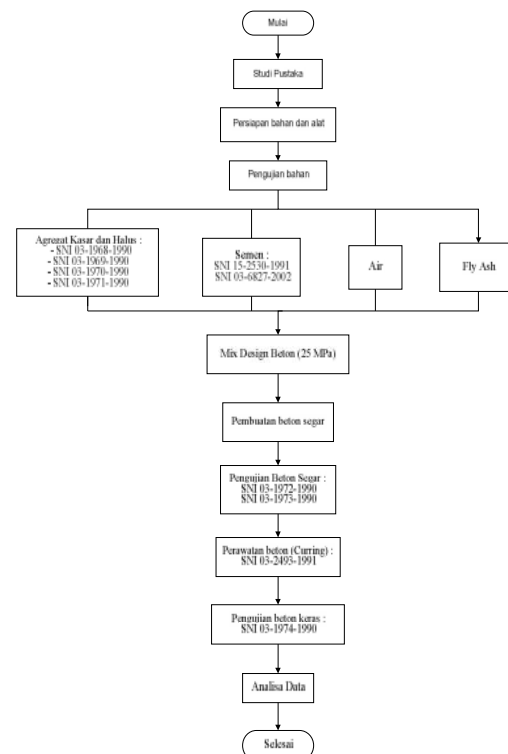
Sebelum dilakukan pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan pengujian berupa :

1. Pengujian Terhadap Agregat Kasar dan Halus mencakup pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, analisa ayak dan kadar lumpur
2. Pengujian Terhadap Semen mencakup pengujian kehalusan butir (fineness) dan waktu pengikatan (setting time)

Perencanaan campuran beton berpedomankan pada Perencanaan Campuran beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)

Jumlah sampel dibuat berdasarkan variasi waktu pengamatan dan variasi penambahan fly ash. Variasi waktu pengamatan dibuat 7 buah (7, 14, 28, 35, 42, 49 dan 56 hari). Variasi penambahan fly ash dibuat 4 buah (0%, 5%, 10% dan 15%). Replikasi 2 buah. Sehingga untuk penelitian ini diperlukan =  $7 \times 4 \times 2 = 56$  buah.

Terhadap beton segar dilakukan pengujian slump untuk mengetahui konsistensi campuran sebagai dasar kemudahan pekerjaan dan pengujian bobot isi dari beton.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## PEMBAHASAN

Dari pengujian terhadap agregat didapat data sebagai berikut :

### 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Uraian	Hasil
1	Modulus Kehalusan	4,503
2	Kadar Air (%)	3,311
3	Kadar Lumpur (%)	5,440
4	Berat Isi Gembur ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,447
5	Berat Isi Padat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,567
6	Berat Jenis Kering	2,086
7	Berat Jenis SSD	2,194
8	Penyerapan (%)	5,159
9	Susunan Butir	Zona 2

Dari pengujian agregat halus (pasir) dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat halus yang digunakan pada campuran beton mempunyai modulus kehalusan lebih besar dari syarat beton normal menurut SII. 0052. Kadar lumpur yang didapat lebih besar dari syarat (maksimum 5 %), sehingga untuk digunakan dalam campuran beton agregat ini harus dicuci terlebih dahulu.

### 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil
1	Modulus Kehalusan	8,511
2	Kadar Air (%)	1,320
3	Kadar Lumpur (%)	0,333
4	Berat Isi Gembur ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,540
5	Berat Isi Padat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,695
6	Berat Jenis Kering	2,500
7	Berat Jenis SSD	2,575
8	Penyerapan (%)	3,000

Dari pemeriksaan agregat kasar, kadar lumpur yang terdapat pada agregat kasar lebih kecil dari yang disyaratkan, sehingga agregat ini tidak perlu dicuci jika akan digunakan dalam campuran beton.

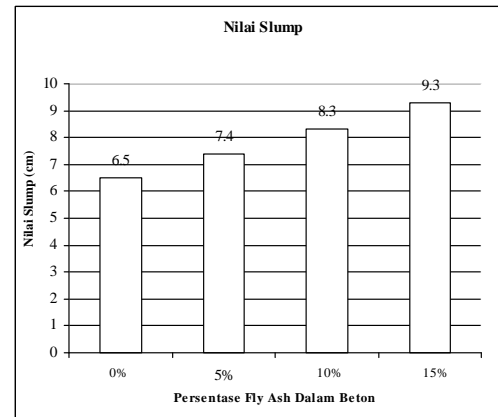
Dari pengujian kekerasan terhadap agregat dengan menggunakan bejana Rudolf, didapat

kekerasan agregat 99,3 %. Dari hasil pengujian ini kekerasan agregat memenuhi syarat. Standar mensyaratkan bagian hancur yang menenmbus ayakan 2 mm kurang dari 14%.

### 3. Pengujian Beton Segar

#### a. Pengujian Slump Beton

Hasil pengujian slump beton terhadap beton segar dapat dilihat pada gambar 2.



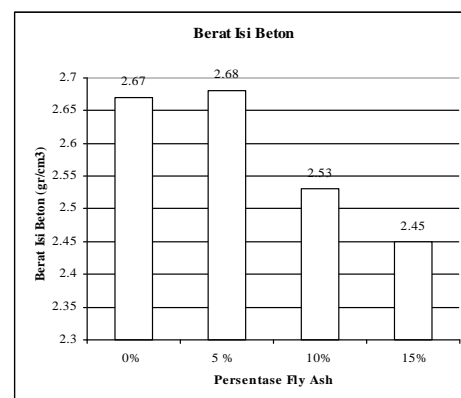
Gambar 2. Grafik Nilai Slump Beton

Dari pengadukan beton yang telah dilakukan pada 4 (empat) macam variasi campuran didapat nilai slump yang berbeda-beda. Tapi semua nilai slump yang didapat masih sesuai dengan slump rencana yaitu 60-100 mm atau 6-10 cm. Nilai slump terendah didapat pada beton normal yang menggunakan 100% semen (0% fly ash) yaitu 6.5 cm. Penambahan 5% fly ash menghasilkan slump 7.4 cm, 10 % fly ash menghasilkan slump 8.3 cm dan 15% fly ash menghasilkan slump 9.3 cm.

Dari gambar 2 terlihat, penambahan persentase fly ash mengakibatkan meningkatnya nilai slump beton segar.

#### b. Pengujian Berat Isi Beton

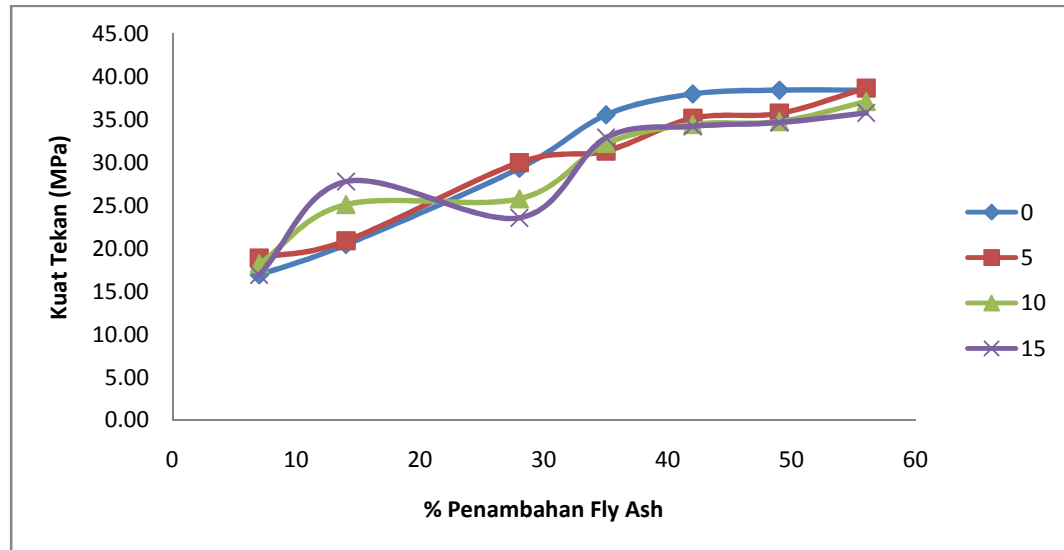
Hasil pengujian slump beton terhadap beton segar dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai Berat Isi Beton

#### 4. Pengujian Beton Keras

Hasil pengujian terhadap beton keras dengan pengamatan 7, 14, 28, 35, 42, 49 dan 56 hari dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Hasil Kuat Tekan (Umur beton Vs Variasi penambahan Fly Ash)

Dari grafik terlihat untuk beton tanpa penambahan fly ash (0% fly ash) kuat tekan beton mengalami peningkatan cukup signifikan sampai dengan umur 28 hari. Setelah umur 28 hari masih terjadi kenaikan sampai umur 35 hari dan setelah itu sampai umur 56 hari tidak terlihat kenaikan kuat tekan beton lagi.

Untuk penambahan % 5 fly ash, nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan selama umur pengamatan. Pada umur 28 hari beton

Dari pengujian ini terlihat bahwa fly ash memberikan kenaikan kuat tekan dalam waktu yang cukup panjang, dibandingkan

mencapai kuat tekan yang direncanakan dan sampai akhir umur pengamatan 56 hari, masih terjadi kenaikan kuat tekan. Hal yang sama terjadi pada penambahan fly ash 10 % dan 15 %.

Dari hasil uji anava terlihat waktu pengamatan memberikan pengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan. Terjadi interaksi antara campuran dan waktu pengamatan yang mempengaruhi kuat tekan yang di hasilkan.

dengan pemakaian semen yang cenderung memberikan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari

#### KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian slump terlihat semakin banyak jumlah fly ash yang ditambahkan, maka semakin besar nilai slump yang dihasilkan.
2. Dari hasil pengujian berai isi beton terlihat semakin banyak jumlah fly ash yang ditambahkan, maka semakin kecil nilai berat isi beton yang diperoleh.

3. Pada beton tanpa penambahan fly ash (0% fly ash), kuat tekan beton mencapai kenaikan yang cukup besar sampai umur 28 hari dan masih meningkat secara perlahan pada umur 35 hari dan cenderung konstan sampai umur 56 hari.
4. Pada beton yang menggunakan fly ash terlihat kenaikan beton pada awal umur pengamatan agak lambat dan beton terus mengalami kenaikan selama umur pengamatan.

5. Fly ash bisa digunakan untuk substitusi semen dalam campuran beton tetapi untuk mencapai kuat tekan maksimal lebih lambat dibandingkan beton dengan normal

#### DAFTAR PUSTAKA

- , 1990, Tata Cara Pembuatan Beton Normal SK KNI T-15-1990-03, Yayasan LPMP, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- , 1990, Standar SK SNI S-0401989 F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan Bukan logam), Departemen Pekerjaan Umum, Bandung

Mulyono Tri, Ir, M.T., 2004, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.

PT. Kema Technology Indonesia, 1997, *Pedoman Umum Untuk Pengelolaan Abu Terbang dan Abu Dasar Pembangkit Listrik dengan Bahan Bakar Batubara di Indonesia PT. PLN (Persero) Kantor Pusat, Volume 2 : Laporan Teknis*, Jakarta.

#### RIWAYAT PENULIS

**Masyita Dewi Koraia, S.T.,M.T.,** adalah Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya Jln. Sriwaja Negara Bukit Besar Palembang - 30139